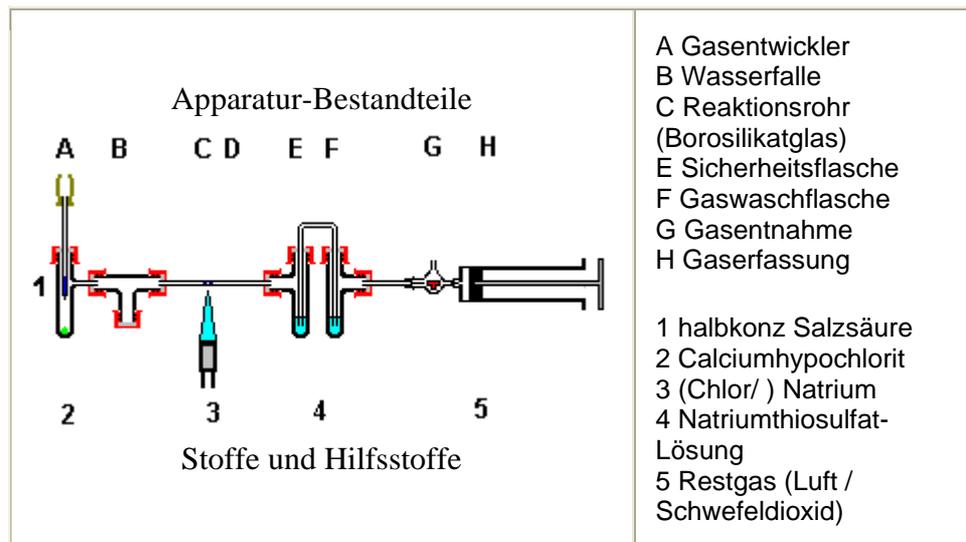

Chlor reagiert mit Natrium zu Natriumchlorid und Entsorgung von Chlor in geschlossener Apparatur

Experiment

Aus Calciumhypochlorit und Salzsäure wird Chlor entwickelt., das über geschmolzenes Natrium geleitet wird. Dabei entsteht Natriumchlorid mit weithin sichtbarem gelbem Aufglühen. Überschüssiges Chlor wird in der Apparatur entsorgt.

- Reaktion:**
- (1) Komproportionierung von Chlor:
 $2 \text{Ca}(\text{OCl})_2 (\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$
 - (2) Oxidation von Na mit Chlor :
 $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{Na} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{NaCl}$
 - (3) Reduktion von Chlor durch Thiosulfat:
 $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 - (4) Disproportionierung von Thiosulfat in saurer Lösung:
 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}(\text{s})$

Apparatur:



- Stoffe:**
- (1) ca. 200 mg [Calciumhypochlorit](#) (techn.), fein gekörnt;
 - (2) ca. 1 mL [halbkonzentrierte Salzsäure](#)
 - (3) 30 - 60 mg [Natrium](#) (Petroleum- frei; Natriumoxid-Kruste vorteilhaft)
 - (4) ca. 2 mL [Natriumthiosulfat](#) (c = 2 mol/L)
 - (5) verd. Natronlauge zum Beenden der [Chlor](#)-Entwicklung
 - (6) [Ethanol](#) zur Entfernung von Natriumresten
 - (7) [Wasserstoffperoxid](#) bzw. Kaliumpermanganat zur Oxidation [Schwefeldioxid](#)
 - (8) [Eisen](#)-Wolle zur Reduktion von Hypochlorit

Durchführung

Aufbau:

Die Apparatur besteht aus einem Gasentwickler (A), der durch eine Wasserfalle (B) vom Reaktionsrohr (C) (Borosilikatglas) getrennt ist. Überschüssige Gase werden nach Passieren einer Sicherheitsflasche (E) in einer Gaswaschflasche (F) absorbiert. Nicht absorbierte Bestandteile werden als Restgas in einen Kolbenprober (H) aufgefangen. Der Dreiwegehahn (G) dient der Be- und Entlüftung.

Die Apparatur wird zuerst komplett liegend auf dem Tisch zusammengebaut. Anschließend wird die gesamte Apparatur von der Rückseite her mit Federklammern (runde Kunststoffseite) versehen. In die Stahlseite der Federklammern werden zwei Alu-Vierkantrohr eingelegt bis die Federklammern einrasten. Dabei soll das Glührohr frei zwischen den Alu-Vierkantrohren hängen, damit dort problemlos mit dem Gasbrenner erhitzt werden kann.

Die Apparatur wird noch leer auf Dichtigkeit geprüft, indem man mit dem (Kunststoff-) Kolbenprober ca. 30 Sekunden maximalen Unterdruck erzeugt. Die Apparatur ist dicht, wenn nach dem Loslassen der Stempel bis auf ca. 5-6 mL (abhängig von der Reibung des Kolbens) hineingesaugt wird. Wird der Stempel vollständig hineingedrückt, so darf der Gummisauger nicht unter Druck stehen.

Natronlauge als Mittel zum Reaktionsabbruch bereitstellen. Gasbrenner zünden. Das Beladen der Apparatur geschieht in folgender Reihenfolge:

- Natriumthiosulfat einfüllen (4, F)
- Calciumhypochlorit einfüllen (2, A)
- Natrium in zwei Portionen mit ca. 1cm Abstand in das Reaktionsrohr (3, C) geben
- halbkonzentrierte Salzsäure mit dem Tropfer (1, A) aufnehmen, an der Schraubkappe gehalten in den Gasentwickler (2, A) einsetzen und fest verschrauben.

Schutzmaßnahmen: Personenschutz durch Tragen einer Schutzbrille; Blech unter das Reaktionsrohr legen, um bei eventuellem Bruch des Reaktionsrohres während der Reaktion Brandfolgen zu vermeiden.

Reaktion: Zunächst werden die Natriumstücke erhitzt deutlich über die Schmelzen hinaus erhitzt. Dabei sieht man zunächst das silbrige Natrium, anschließend bilden sich Anlauffarben, zum Zünden mit der umgebenden Luft kommt es jedoch nicht. Nun stellt man schnell den Brenner beiseite und saugt unverzüglich mit dem Kolbenprober Luft an. Dadurch wird die Salzsäure zum Calciumhypochlorit getropft, Chlor entwickelt sich und das Natrium entzündet sich.

Beobachtung: Natrium schmilzt bei leichtem Erwärmen, die geringe Menge umgebender Luft reichen nicht aus, um das Natrium zu entzünden.
Mit dem Zutropfen von Salzsäure zum Calciumhypochlorit entsteht ein gelbliche Gas, das sich aus der Lösung teilweise entweicht.
Wenn das gelbliche Gas das geschmolzene Natrium erreicht, brennt das Natrium mit intensiv gelben Leuchten. Dabei bildet sich ein weißer Belag hinter dem Natrium.
Gegen Ende der Reaktion fällt in der Thiosulfat-Lösung Schwefel aus.

Entsorgung: Nachdem die Reaktion aufgehört hat, muss man das überschüssige Chlor aus der Apparatur entfernen. Dazu erzeugt man zunächst mit den Kolbenprober einen leichten Unterdruck, wobei sich der Gummisauger etwas zusammenzieht. Nun entfernt man den Gummisauger und fügt aus einer Tropfflasche verd. Natronlauge zur sauren Calciumhypochlorit/-chlorid - Lösung, bis die Lösung von gelblich nach weiß umschlägt. Anschließend saugt man noch weiter Luft durch die Apparatur und überführt das unverbrauchte Chlor zur Reduktion in die Natriumthiosulfat- Lösung. Dabei wird die Lösung sauer, woraufhin das Natriumthiosulfat in Sulfit und Schwefel disproportioniert. Im Reaktionsrohr sind durch die enorme Reaktionstemperatur und das schnelle Abkühlen Spannungen entstanden. Man umwickelt das Reaktionsrohr mit Plastikfolie und bricht es über einer Kante. Möglicherweise nicht restlos umgesetztes Natrium entfernt man, indem man die Rohrstücke in ein kleines Becherglas mit Alkohol stellt. Der verbleibende weiße Belag ist ein Gemisch aus Natriumoxid/-hydroxid und Natriumchlorid.

Folgerung Zur Reaktion von Natrium mit Chlor ist eine erhebliche Aktivierungsenergie nötig.

Deutung: Anschließend findet eine stark exotherme Reaktion von Natrium mit Chlor statt.

Fakten: **Natrium reagiert mit Chlor in einer stark exothermen Reaktion unter Bildung eines weißen Salzes Natriumchlorid.**
Chlor oxidiert Natriumthiosulfat zu Sulfat. Dadurch wird die Thiosulfat- Lösung angesäuert und disproportioniert zu Schwefel und Schwefeldioxid.

Fragen:

Literatur: (1) Keune, H.; Filbry, W.: "Chemische Schulexperimente"; Bd. 2, Anorganische Chemie, erster Teil; Verlag Harri Deutsch; Thun, Frankfurt/M. (1986), S. 86